

TP2φ : Diffraction et interférences avec un laser

Objectifs pédagogiques du TP :

- Mesure de longueurs sur un banc d'optique.
- Choisir les conditions expérimentales permettant d'observer le phénomène de diffraction en optique.
- Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour visualiser le phénomène d'interférences de deux ondes.

Matériel disponible :

— Laser, plaquette optique contenant fentes et bi-fentes, écran.

Travail demandé

Dans un compte-rendu, vous expliquerez les **objectifs**, les **protocoles** mis en œuvre, les **observations** et **mesures** réalisées puis effectuerez une **analyse** critique des résultats en évaluant les incertitudes de mesures.

1. Diffraction lumineuse :

-  Observer la diffraction par une fente ou un objet fin (cheveu). Vérifier l'influence de la distance D séparant objet et écran ainsi que l'influence de la largeur e de l'objet.
-  En utilisant des fentes de largeur variable, vérifier la formule de l'angle principal de diffraction $\theta = \frac{\lambda}{e}$ à l'aide d'un ajustement linéaire. On calculera, pour plusieurs largeurs e , l'angle $\theta = \frac{\ell}{D}$ à partir de mesures de la taille ℓ de la tâche de diffraction et de la distance D .

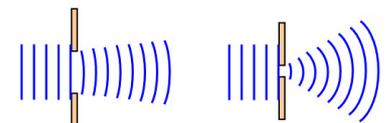
2. Interférences lumineuse :

-  Observer la figure d'interférences en éclairant des bi-fentes avec le laser.
-  Réaliser le montage de l'expérience des fentes d'YOUNG puis vérifier que l'interfrange i est compatible avec l'expression $i = \frac{\lambda D}{a}$ à l'aide d'un ajustement linéaire en faisant varier un paramètre.

I Diffraction lumineuse

Définition – Diffraction

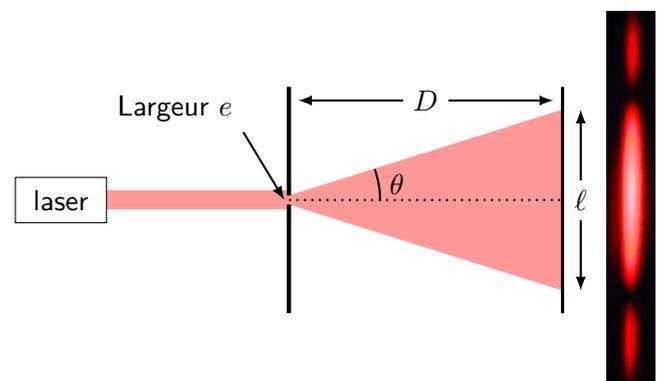
On observe un phénomène de **diffraction** lorsqu'une onde progressive unidimensionnelle, par exemple la lumière provenant d'un laser, rencontre un obstacle. Si la longueur d'onde λ est comparable à la dimension de l'obstacle, l'onde subit un changement de direction de propagation, sans modification de longueur d'onde.



Plus l'ouverture est fine, plus le phénomène de diffraction est notable.

Avec un laser monochromatique de longueur d'onde λ , on éclaire une fente de largeur e . La taille du faisceau doit être suffisante pour éclairer la largeur de la fente. On observe l'éclairement sur un écran situé à une distance D de la fente. On note ℓ la largeur de la tâche de diffraction obtenue. Le demi-angle de la tâche principale vérifie l'expression

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{e}. \text{ Par ailleurs, géométriquement } \tan \theta = \frac{\ell}{2D}.$$



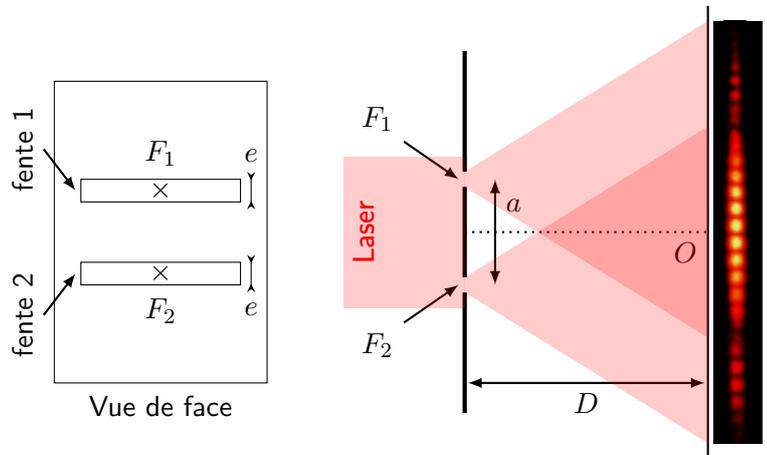
Pour des petits angles, $\tan \theta \simeq \sin \theta \simeq \theta$ (en rad). On détermine ainsi géométriquement $\theta = \frac{\ell}{2D}$ que l'on compare à la loi physique $\theta = \frac{\lambda}{e}$. Les grandeurs vérifient l'égalité $\frac{\ell}{2D} = \frac{\lambda}{e}$.

II Interférences lumineuse : expérience des fentes d'Young

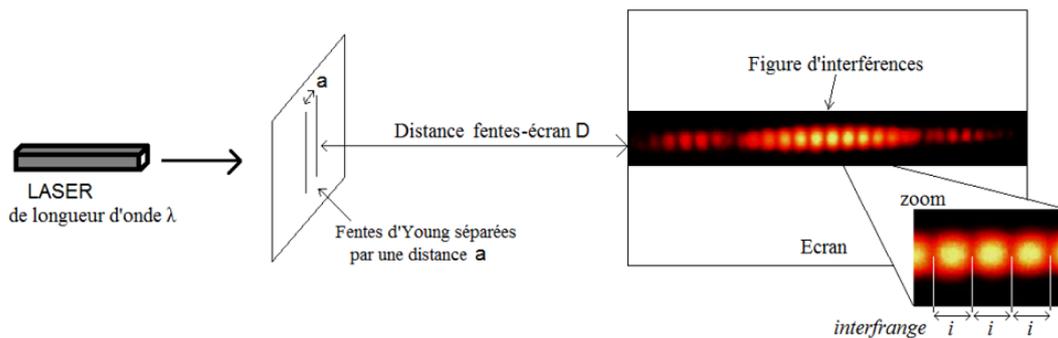
Définition – Interférences

On appelle **interférences** le phénomène par lequel la superposition de plusieurs ondes de même nature et de même fréquence produit, localement, une onde dont l'amplitude est différente de la somme des amplitudes individuelles.

L'expérience des fentes d'YOUNG est une expérience historique permettant d'observer le phénomène d'interférences entre deux faisceaux de lumière issus d'une même source. Le dispositif comprend une plaque opaque percée de deux fentes identiques de très petite largeur e , parallèles entre elles et distantes de a . On envoie un faisceau laser de longueur d'onde λ sur les fentes et on place un écran d'observation à une distance D derrière le dispositif.



Sur l'écran, on observe une figure symétrique autour d'un point O qui correspondrait à la position du faisceau laser en l'absence de la plaque. La lumière se répartit le long de l'axe (Ox) , orthogonal aux directions des fentes. On observe une tache centrale de diffraction très lumineuse de largeur ℓ et dont l'éclairement est modulé avec une période spatiale environ 10 fois plus courte, appelée **interfrange** i . De part et d'autre de la tache centrale, on observe deux taches latérales, deux fois moins larges que la tache centrale, moins intenses et dont l'intensité est également modulée.



La modulation dans la tâche centrale est due au phénomène d'**interférences**. On peut montrer que l'interfrange

s'exprime
$$i = \frac{\lambda D}{a}.$$